

(19) SU (11) 1 795 220 (13) A1

(51) MПK

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ СССР

- (21), (22) Заявка: 4816781, 03.04.1990
- (46) Дата публикации: 15.02.1993
- (56) Ссылки: Авторское свидетельство СССР № 1779660. кл. Е 21 В 44/00, 1975. Патент США № 3660649, кл. 235-193, 1972.
- (98) Адрес для переписки: 11 620219 СВЕРДЛОВСК, КУЙБЫШЕВА 30
- (71) Заявитель: СВЕРДЛОВСКИЙ ГОРНЫЙ ИНСТИТУТ ИМ.В.В.ВАХРУШЕВА
- (72) Изобретатель: СИТНИКОВ НИКОЛАЙ

 БОРИСОВИЧ,

 КЛИМАРЕВ ОЛЕГ ВЛАДИМИРОВИЧ11 620086

 ÑÂĀĐÄĒÎÂÑĒ,
 ÏÎÑĀĀÑĒAB 32/4-7511 620144

 ÑÂĀĐÄĒÎÂÑĒ,
 ÓÎĒÂĀĐÑÈÒĀÒÑĒAB 3-4

(54) Способ оптимизации процесса бурения



(19) SU (11) 1 795 220 (13) A1

(51) Int. CI.

STATE COMMITTEE FOR INVENTIONS AND DISCOVERIES

(12) ABSTRACT OF INVENTION

- (71) Applicant: SVERDLOVSKIJ GORNYJ INSTITUT IM.V.V.VAKHRUSHEVA
- (72) Inventor: SITNIKOV NIKOLAJ BORISOVICH, KLIMAREV OLEG VLADIMIROVICH

(54) METHOD OF OPTIMIZATION OF PROCESS OF DRILLING

(57) (Маобретение относится к алмазному бурению скважин и позволяет повысить точность управления процессом в условиях резко применяющихся свойств пород. Для этогозадают моторесурс породоразрушающего инструмента (МПИ). В процессе бурения на каждой ступени регулирования измеряют время чистого

бурения , угловую скорость вращения инструмента и осевое усилие на забой. По произведению этих параметров определяют отработанный на данной ступени регули-рования МПИ. Производят накопление текущего МПИ. При равенстве текущего и заданного МПИ фиксируют момент полной обработки породоразрушающего инструмента. 1 ил.



союз советских СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК

.... <u>SU....</u> 1795220

(51)5 E 21 B 44/00

мента, 1 ил.

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПАТЕНТНОЕ ВЕДОМСТВО СССР (FOCHATEHT CCCP)

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

SUEUDINGHAR AJERTUA - TEXHINYERHAJ **SUBJUNCTEHA**

(21) 4816781/03.

(22) 03.04.90

(46) 15.02.93. Бюл. № 6

(71) Свердловский горный институт им. В.В. Куйбышева

(72) Н.Б. Ситников и О.В. Климарев

(56) Авторское свидетельство СССР № 1779660, кл. Е 21 В 44/00, 1975.

Патент США № 3660649, кл. 235-193,

(54) СПОСОБ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА **БУРЕНИЯ**

(57) Изобретение относится к алмазному бурению скважин и позволяет повысить точ-

ность управления процессом в условиях резко применяющихся свойств пород. Для задают моторесурс породоразрушающего инструмента (МПИ). В процессе бурения на каждой ступени регулирования измеряют время чистого бурения, угловую скорость вращения инструмента и осевое усилие на забой. По произведению этих параметров определяют стработанный на данной ступени регулирования МПИ. Производят накопление текущего МПИ. При равенстве текущего и заданного МПИ фиксируют момент полной обработки породоразрушающего инстру-

2

Изобретение относится к контролю и управлению процессом бурения сковжин алмазными коронками и предназначено для определения режимных параметров, оптимальных по минимуму стоимости одного метра проходки скважин и определения момента времени полной отработки алмазного инструмента с целью его подъема на поверхность и замены.

Известен способ оптимизации процесса бурения, включающий измерение времени чистого бурения и текущего значения проходки на породоразрушающий инструмент и обеспечивающий минимум стоимопроходки метра скважины по выражению

$$q = \frac{(t + t_{cn})C + C_n}{h}$$
 (1)

где q - стоимость проходки одного метра скважины, руб/ч;

С - стоимость часа эксплуатации буровой установки, руб/ч;

t_{сп} - время, затрачиваемое на спускоподъемные операции, отнесенное к одному рейсу, ч;

t - текущее время бурения в рейсе, ч; Сп - стоимость породоразрушающего инструмента, руб:

h - текущая проходка на породоразрушающьй инструмент в рейсе, м,

При достижении о = от принимается решение о замене породоразрушающего инструмента.

Известное устройство для реализации данного способа, содержит комплект средств, преобразующих входные величины в пропорциональные уровни напряжений,

THE PROPERTY SET OF SER

Сая 0 - стоиности протидым однаго нагро.

Сая од - стоиности протидым однаго нагро.

Са - стоиности пробородить протидым однаго нагро.

Сая - стоиности пробородить протидым однаго нагро.

Сам - стоиности пробородить протидым однаго нагро.

миструпных у продостав разметицей детистного устранество дви разметицем детистного устранество дви разметицем детистного устранество дви размета средств, провора зуютами истрина истанути разметрительными у урости испускования, детиструпными у урости испускования, детиструпными у урости испускования, детиструпными у урости испускования, детиструпными у урости испускования и детиструпными у стоенция приобразование навелятель почимо о должные въргание в разко, въститично о должные въргание за пост дост установа, по дост дост установа по дост воргание навелящей приобраривание навелящей приобраривание навелящей приобраденные навелящей приобраривание навелящей приобраривание навелящей приобраривание навелящей обращение пассийский дострование, намера подстава обращения обращения паснед на средения приобращения паснед на средения приобращения паснед на средения обращения паснед на средения паснед на средения паснед на средения пассовать постанова на средения паснед на средения на средения паснед на средения паснед на средения на

5

10

15

20

25

30

35

40

45

с чесост п времения передоразбуначеств инстируатть се оточе уснава е за забого станествунатть се оточе уснава в за забого станествунатть се оточе уснава в развитать в застандательнями передомить в развитать се за втемений передомить в развитать се за втемений передомить в передомить за транца в березительного страновить и транца в оточе в сетемений передомить и транца в березительного страновить и транца в березительного страновить и транца в березительного страновить и транца в сетемений в сетемений

Пань изобрезания — веньшения генифсти в насъществ укранителя предсести бурония следники в уследника рязов укранителя просонствия и структурных слебсти мерев.

Насти памена и объе пасчилания и изо

COMPACT STATE OF PROPERTY OF THE STATE OF TH

БООВДОДОВ АГОНУ НОВИМЕТСЯ ВОЗМОНместь регультать бетим размон утаковыместь регультать бетим размон утаковым эме стоинсти правили обрасов и мусть законместруким транений обрасов, честь законместруким фонкционал, Системы фонкционал,

e=E=sP se/V. (3)
y=6-C=/Q = stoppospe(sv.
F = consist yindes se andel draimment
y= y=stare tappints statement stoppospe(spysis)

30 октурности род/с Н-к. Вогочество родинация пофиссывающий профессиона и противостром в им прето октором и угработом и пофиссывающий профессиона пофиссывающий профессиона пофиссывающий профессиональной противости.

О - Рь рь с. (Д. Для выденой и дором настроден выдено тома версног и дором настроросура выменсы выпочный выпочным намден чем съдениям и серти временом намочним то с им но в то педиалния «попочнить» с им но в подмения и почентности и эконом пероморитью обхораниям и болитель, отготом инстрастрочить и болитель, отготом инстрастро-

01 - 2 Pim *4. 40

3. Ай — Ститети привовения учеторузун должный развидент оборожный учеторузун должный должны

•

- Immension of accommon of a company of a co

ответ советствення регоментации высователя вырозем советствення. Устройстве пределения репроделения ставеть. Устройстве пределения рерозем ставеть. Устройстве пределения ревым образовательного пределения пределения ревым образовательного пределения пределения пределения
регоментации образовательного
регоментац

кому выговоем из бил годрамического устранованного КК ПВП, отгоров товаранного КК ПВП, отгоров товаранного КК ПВП, отгоров товаранного КК ПВП, отгоров товаранного колектор по товаранного колектор по товаранного колектор по товаранного колектор товаранного товара

20120

г. Чебонскрад Предпилачений способ с язиктично откаслиного устрайства осуществением следу-

том. Том от стему инстрадация программ выпроемай инстрасовор домоверя услова на забил сестимно таком протом, чтобы водином бутнице П () быть бы замениельной терми на применент протом протом него том протом протом

50

55

60

795220

-4

Формула изобретения:

Изобретение относится контролю и управлению процессом бурения скважин алмазными коронками предназначено для определения режимных параметров, оптимальных по минимуму стоимости одного метра проходки скважин и определения момента времени полной отработки алмазного инструмента с целью его подъема на поверхность и замены.

И-звестен способ оптимизации процес- са бурения, включающий измерение времени чистого бурения и текущего значения

породоразрушающий проходки на 1 обеспечивающий инструминимум стоимо- проходки метра скважины по

мент

CTM

выражению

(t + tbQC + Gi

(1)

где q - стоимость проходки одного метра скважины, руб/ч;

С - стоимость часа эксплуатации буровой установки; руб/ч;

ten - время, затрачиваемое на слуско- . подъемные операции, отнесенное одному рейсу, ч;

t - текущее время бурения в рейсе, ч;

породоразрушающего инструмента, руб;

h - текущая проходка

прродоразру- шающ1.й инструмент в рейсе,

достижении решение принимается 0 замене породоразрушающего инструмента.

Известное устройство реализации данного способа, содержит комплект средств, преобразующих входные величины в пропорциональные уровни напряжений.

sį ю ел

149 149

0

включающий преобразователь-накопитель текущего времени бурения в рейсе, чик времени спуско-подъемных операций. задатчик СТОИМОСТИ эксплуатации буровой установки, задатчик породоразрушающего инструмента (долота, алмазной коронки) и накопитель-преобразователь текущей проходки на породоразрушающий инструмент, блок вычисления стоимости одного метра проходки, состоящий сумматора общего времени рейса породоразрушающего инструмента, множительного звена, сумматора текущей СТОИМОСТИ эксплуатации буровой породоразрушающего **VCT**ановки и инструмента и делительного звена, а также регистрирующий прибор.

известный Однако способ может обеспечить оперативное управление процессом бурения, так как в нем не измеряются и не регулируются осевое усилие на забой скважины и угловая скорость вращения породоразрушающего инструмента, ведет K недоиспользованию моторесурса породоразрушающего инструмента и повышению СТОИМОСТИ проходки одного метра скважины.

Наиболее близким к предлагаемому

является способ оптимизации процесса бурения включающий измерение угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента, осевого усилия на забой скважины, механической скорости бурения и регулирование режимных параметров.

Однако данный способ не возможности автоматического управления процессом бурения по минимуму стоимости проходки одного метра проходки скважины, а также оперативного контроля отработки породоразрушающего инструмента, что снижает точность и надежность управления процессом бурения в резко изменяющихся геологических условиях.

изобретения - повышение и надежности управления Цель точности процессом бурения скважины в условиях резко изменяющихся прочностных структурных свойств пород.

Поставленная цель достигается тем, что в способе оптимизации процесса бурения включающем измерение угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента, осевого усилия на забой скважины, механической скорости бурения и регулирование режимных параметров, дополнительно, на каждой ступени регулирования измеряют время чистого отработанный на бурения, определяют данной ступени регулирования моторесурс породоразрушающего инструмента, производят его накопление и,

исходя из этого, определяют момент полной отработки породоразрушающего инструмента и подъема его на поверхность с целью замены.

Благодаря этому появляется возможность регулировать осевое усилие и угловую скорость вращения породоразрушающего инструмента таким образом, чтобы значение стоимости проходки одного метра сква-жины было минимальным.

Система функционирует согласно алгоритму

(C bP)ЛЛ(2) где b коэффициент; р - осевое усилие на забой

ш - угловая скорость вращения породоразрушающего инструмента;

V - механическая скорость бурения; Q моторесурс породоразрушающего инструмента, рад/с

Моторесурс породоразрушающего инструмента определяется произведение базовых значений Р и о на время полной отработки инструмента при неизменных ге: ологических условиях

Q Рб Cfc t.(3) Для каждого типа коронок и долот моторесурс является величиной постоянной.

Для определения момента времени пол- ной отработки породоразрушающего инструмента С целью поднятия, на поверхность и замены производится оперативный отработанного моторесурса

Q, [P, ад ti. (4)

где I - ступень управления.

Благодаря измеренному моторесурсу, характерному для каждого типа коронок и долота, и оперативному контролю

60

15

20

30

40

текущего остаточного моторесурса становится возможным с высокой степенью точности регулировать режимные параметры процесса бурения таким образом, чтобы стоимость проходки одного метра скважины была бы минимальной, так как зависимость

Q f(P &) (2) позволяет непосредственно воздействовать на осевое усилие на забой скважины и угловую скорость вращения

породоразрушающего инструмента, а накопление произведений сигналов с датчиков

осевого усилия на забой скважины, угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента на время, установленное

таймером прямопропорционально отработанному моторесурсу

породоразрушающего инструмента, что позволяет с высокой степенью точности и надежности определить момент времени полного износа

породоразрушающего инструмента и подъема его на поверхность.

представлена

чертеже

Ha

функциональная блок-схема устройства управления режимными параметрами вращательного бурения скважин. Устройство управления режимными параметрами вращательного бурения состоит импульсного датчика механической скорости бурения 1DV, импульсного датчика угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента 2D дифференциально-трансформаторного усилия на датчика осевого скважины 3DP. выходы которых соединены с соответствующими входами многоцелевого программируемого контроллера 4 ПК, в качестве которого принят серийно-выпускае- мый многоцелевой программируемый контроллер Ломиконт-110. структурно включающий в себя два импульсно-цифровых преобразователя, аналого-цифровой преобразователь, цифроаналоговых преобра- зовьтеля, два таймера, два сумматора, блок вычисления, блок индикации и пульт управления , включающий В себя задатчик стоимости породоразрушающего инструмента и задатчик моторесурса породоразрушающего инструмента. Первый

инструмента 8 ТП-Д.
Датчики скорости выполнены на базе выключателя поворотного, дискретного фотоэлектрического ПДФ-5

выход многоцелевого программируемого

контролллера 4 ПК через усилитель сигнала

ΓK,

контроллера 4 ПК соединен с усилителем

сигнала рассогласования 7 МУ, выход

которого соединен с регулятором угловой

рассогласования 5

скорости вращения

скважины

регулятором осевого усилия

6

БУ

многоцелевого программируемого

а

породоразрушающего

соединен

на забой

второй

(Башкирское ПО Электроаппарат), Датчик осевого усилия на за|бой в качестве основного элемента со- дифференциальныйэлектромехани- чес)ий манометр ДМ-Э.

Регулятор осевого усилия на забой скважины выполнен на базе гидравлического предохранительного клапана с пропорциональным управлением МК ПВП, который комплектуется блоком управления БУ-1100, представляющим собой усилитель сигнала рассогласования. Второй усилитель - есть магнитный усилитель типа БД-2 ТА5: регулятор угловой скорости вращения - тири- сторный преобразователь типа КТЭУ с двигателем марки ДП-52; контроллер - многоцелевой программируемый контроллер — Ломиконт-110 (ПО Электроприбор, г. Чебоксары).

Предложенный способ с помощью описанного устройства осуществляется следу- 5 ющим образом.

10

25

30

С пульта управления многоцелевым программируемым контроллером 4 ПК задаются числовые значения, соответствующие стоимости часа работы бурового станка, сто0 имости используемого породоразрушающего инструмента и его моторесурса. За время, установленное первым таймером,

многоцелевой программируемый контроллер считывает количество импульсов, поступающих с

5 датчика механической скорости бурения 1DV, и усредняет ее значение. Аналогичным способом считывается и усредняется значение угловой скорости вращения с датчика 2 Dco.

При а) const многоцелевой программируемый контроллер изменяет усилие на забой скважины таким образом, чтобы целевая функция (2) была бы минимальной; при этом сигнал рассогласования с первого вы5 многоцелевого программируемого контроллера 4 ПК через усилитель сигнала рассогласования 5 БУ подается на регулятор осевого усилия на забой скважины 6 ГК, По достижению частного минимума соот0 ветствующее ему значение осевого усилия запоминается многоцелевым

программируемым контроллером 4 ПК и оптимизация ведется по каналу: угловая скорость вращения - стоимость проходки одного метра

5 скважины аналогичным образом. По достижении минимума q для данной породы значения осевого усилия на забой скважины и угловой скорости вращения

породоразрушающего инструмента поддерживаются не0 изменными; устанавливается порог срабатывания многоцелевого

программируемого контроллера 4 ПК равный 5% от величины механической скорости бурения, при этом 4 ПК производит периодический опрос

5 текущего значения механической скорости бурения. Как только значение механической скорости бурения изменится более чем на 5-% от установившегося (т.е. изменятся геологические условия) многоцелевой про0 граммируемый контроллер вновь начнет цикл поиска оптимальных по стоимости одного метра проходки скважины режимных параметров Р и и).

Одновременно с этим, каждое уеред5 ненное значение угловой скорости вращения аь умножается на текущее значение осевого усилия на забой Р1 и на время усреднения ti, при этом

50

55

60

происходит накопление отработанного моторесурса Qi -2 Pi о ti, а на блоке индификации отображаются текущие значения P, ft), v и остаточного моторесурса Q0 Q - QL Пр и Q Qi блоком индификации подается звуковой и световой сигналы о необходимости замены породоразрушающего инструмента.

Пример. Зависимость механической скорости бурения от режимных параметров аппроксимируется функцией:

V a0 + 2aiP + 2a2 ft +

+2a3P ft + 34P2 + as оЛ(5) где ao-as эмпирические коэффициенты, зависящие от системы порода-коронка. Приао г3O,955

МО

,-з 0,5808 -Т-КГ

v 31 82;

аз 34 -МО

as -1,32/10 2 ,2481.106 J-C

С 17 руб/смена Сп 52 руб

Формула изобретения Chocop оптимизации процесса бурения, включающий измерение угловой скорости ft)| вращения породоразрушающего инструмента, осевого усилия РІ на заб.ой скважины, механической бурения ступенчатое СКОРОСТИ и регулирование режимных параметров, отличающийся тем, что, с целью повышения точности управления процессом бурения в условиях резко изменяющихся свойств пород, задают моторесурс алмазного породоразрушающего инструмента,

режимные параметры регуСогласно выражениям (2), (A) и (5), получим оптимальные значения режимных параметров осевого усилия на забой и угловой скорости вращения породораздушающего

инструмента: P0pt - 8604 H, 834., обеспечивающая минимум стоимости проходки одного метра скважины qmin 8,8300 руб/м. Изменяя незначительно

русим. изменяя незначительно значения режимных параметров от их оптимального

значения, получим большие значения стоимости проходки одного метра скважины. Расчеты приведены в таблице. Как видно из таблицы любое отклонение режимных параметров от

			_	
	. , , , , ,			
the Gin E was solved				
D. Tard-Orlando			Part Contract	
D		-		-
Marian Sandarda and American A		pet/o. Hues		
CATALON BARROWS OF PROPERTY.				-
And 1 Set . 3d o.		Parago.		_
	<u></u> .	-		
The re- 78.1%		-		
A- 130°		-		CP 000000
an interest in the	•		7,17 mah	10.5 PM 5 - 070
E-True/man		-		***
C- D 74		-	_	
. (COLUMN TWO IS NOT THE OWNER.		
CI & CHANGE AND		7000		
	-	- Ame. man		
			PARK JOSEP	
The same and the same		-		
	-			
		• •		
·				<u> </u>
P, U 1004	-		-	1004
41 000/3 07,534	01.53+	41,834	0,500	42.00
45 FMB/2 67,534	01 Eps	4,8563	- CE	40.200 £43.11

оптимального

10

25

30

35

40

значения ведет к увеличению стоимости проходки одного метра скважины.

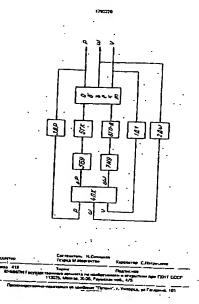
В то же время при ручном ступенчатом регулировании угловой скорости вращения породоразрушающего инструмента на максимум механической скорости получим следующие результаты: Р 9498,6 H; п - 470 об/мин, q 11,12 руб/м.

Таким образом, предложенное изобретение позволяет повысить точность и надежность управления процессом бурения в условиях резкоизменяющихся прочностных и структурных свойств пород.

лируются по критерию минимума себестоимости бурения одного метра, при этом на каждой ступени регулирования измеряют время ti чистого бурения, определяют отработанный на данной ступени моторесурс QI « PI ffliti, производят его накопление и в случае равенства текущего и заданного

			200		
	7	17920	20	. •	-
Cyclis Q1 = E P		Death Milk.		-	
_			Lone du sans	Parties periodicines	DEMINISTRA
describes analysis	PRICE LEGIS	· Delation	barrestage ocea	-	20 COM # 3F 3FC
P. OL y a OCTATOR	the parameter's	bes 00 - 0 -	COCROCLIA sta	strains potenti	ensite
Dr. Por Q - Ct Gro	460 km 5146 hr.(street and distances. It	SECIDIMENT.	Page - 8304 H.	April 1'E
CA SOPREMENT IN COST	DOOR CALIFORN	d recognition.	of ecromosos		-
	поредерия	Amusmete		HORDS COLUMN	
pretippedarts.		•			
Принова	ERICHMOCI & PA	Contractory	perconance da	-	CONTRACTOR A
CHOOSETH SYSTEMS	on personnia	параметров 10	-	Owner Consumer	-
OF TREMEDITY ETC.	- Characterists		накости прочо	MOR GENORS INC.	DE CROSSION
V	20.P . 2m #	•	Property	-	Greene.
22001		- 69	Lat Series		matter great
rae ay es - min				-	
Libe shude a bress		TODONES		DET K VOCESTIE	
. Terricados os cuc	A UDBOUN			OLD MALLE CENT	browns.
(1c = 90 - 00.1	100			COMP. Mars. Division	
B4~ 1-10~				or Attached Cod	
m = 0.580\$					
ag 1-10			echile spirite	THE PERSON NAMES OF	-
m = 1 10°		. 21	-	MISTAL P = 94	00 6 10 4.5
es ==1,32,10°	•	•			20.0 M; 6 -
0-12481-0			Taures of	1,12 py6/a parane, презиго	
C = 17 py0/c	MOTOR D			THE DOVEDTE	
Ca - 57 mg		' 23	деломесть упо	SECULIAR SECULIARS	CCIM GAber
	•		Acrossum hen	a Confere PODE	Ci alternaci
	•		и структурны	A COUNTY POOL	
				-	
	THE PERSON			-	
					-
HARD BE STONE SHOWING		minner Cutter.	managem Cipi	ore Dygonica, C	
CI-4 40 BECOMES	was wonderplay	Marine Contract	Approximation 1	Vanney cilian	-
ниструмента, ес	mous Actoria	17 NO 30007		4800Pt at 13E	
CARDINAMI, MELLI	mecon (119)	ести вурения		O TOLINATION D	
's CTYPOWNERS SO	Chambersonie b	METHODIST CO.		OLOSOCADOS N. T	A4# 331
ранитрин. эт п и		B. Marri Aller C.		enterestate aut	
Stered specimen	The Liberton Con	Auchtrusium	echtifichenh	mont are none	ippotents c
. a power com . Dy	bears a leves	er beson -	Princes, man	HA POSEDBOOL	on dipage.
-	MALE MINISTER, 100	White manager	100		
. LYPE SANTEMENT		*			
married and a contract of			*.		
				•	•
	2004	6850	8550	8004	BC04
					-
P. H		4			1
cs pages	41,834	£1,854	41.834 9.8305	41.500 8.8313	8,8311

-7-



SU

95220

Þ